

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

24.09.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2002年 9月26日

出 願 番 号
Application Number: 特願2002-281161
[ST. 10/C]: [JP2002-281161]

出 願 人
Applicant(s): 株式会社神戸製鋼所

REC'D 13 NOV 2003

WIPO

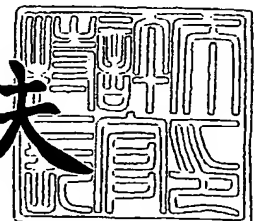
PCT

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年10月30日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 30588

【提出日】 平成14年 9月26日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 C22C 38/00

【発明の名称】 伸線前の熱処理が省略可能な伸線加工性に優れた熱間圧延線材

【請求項の数】 6

【発明者】

【住所又は居所】 神戸市西区高塚台1丁目5番5号 株式会社神戸製鋼所
神戸総合技術研究所内

【氏名】 長尾 護

【発明者】

【住所又は居所】 神戸市灘区灘浜東町2番地 株式会社神戸製鋼所 神戸製鉄所内

【氏名】 黒田 武司

【発明者】

【住所又は居所】 兵庫県加古川市金沢町1番地 株式会社神戸製鋼所 加古川製鉄所内

【氏名】 南田 高明

【特許出願人】

【識別番号】 000001199

【氏名又は名称】 株式会社神戸製鋼所

【代理人】

【識別番号】 100067828

【弁理士】

【氏名又は名称】 小谷 悦司

【選任した代理人】

【識別番号】 100075409

【弁理士】

【氏名又は名称】 植木 久一

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012472

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9703961

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 伸線前の熱処理が省略可能な伸線加工性に優れた熱間圧延線材

【特許請求の範囲】

【請求項1】

C : 0.6 ~ 1.0 % (質量%の意味、以下同じ)、

Si : 0.1 ~ 1.5 %、

Mn : 0.3 ~ 1.0 % を含有し、

P : 0.02 % 以下、

S : 0.02 % 以下に抑制された線径 5.0 mm 以上の熱間圧延線材であって

、
4 m 長さの線材における機械的特性が下記(1)~(4)を満足するものであることを特徴とする伸線前の熱処理が省略可能な伸線加工性に優れた熱間圧延線材。

(1) $TS^* - 30 \leq \text{引張強さの平均値} (TS_{AV} : \text{MPa}) \leq TS^* + 30$

ここで、 $TS^* = 400 \times [(C) + ([Mn] + [Si])/5] + 670$ であり、

式中、[] は、各元素の含有量 (%) を意味する。

(2) 引張強さの標準偏差 (TS_{σ}) $\leq 30 \text{ MPa}$

(3) 破断絞りの平均値 (RA_{AV}) $> 35 \%$

(4) 破断絞りの標準偏差 (RA_{σ}) $\leq 4 \%$

【請求項2】 更に、

Cr : 0.3 % 以下 (0 % を含まない) , 及び/又は

Ni : 0.3 % 以下 (0 % を含まない)

を含有するものである請求項1に記載の熱間圧延線材。

【請求項3】 更に、

Nb, V, Ti, Hf, 及びZrよりなる群から選択される少なくとも一種の元素を合計で0.1%以下(0%を含まない)含有するものである請求項1または2に記載の熱間圧延線材。

【請求項4】 更に、

N : 0.01 % 以下

に抑制されたものである請求項1~3のいずれかに記載の熱間圧延線材。

【請求項5】 更に、

A l : 0 . 0 5 % 以下、

M g : 0 . 0 1 % 以下

に抑制されたものである請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の熱間圧延線材。

【請求項6】 更に、

B : 0 . 0 0 1 ～ 0 . 0 0 5 %

を含有するものである請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の熱間圧延線材。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、伸線前の熱処理が省略可能であり、熱間圧延まで優れた伸線加工性を有する熱間圧延線材に関するものである。本発明の熱間圧延線材は、線材全体における引張強さの平均値が適切に制御されているのみならず、引張強さのバラツキも少なく、且つ、破断絞りの平均値も高く、破断絞りのバラツキも少ない為、スチールコード、ビードワイヤ、P C 鋼線、ワイヤロープ等の高強度鋼線を製造する素材として非常に有用である。

【0002】

尚、本発明で対象としているのは線径が 5 . 0 mm 以上の熱間圧延線材であるが、これは、従来材では、5 . 5 ～ 5 . 0 mm 線径の高炭素鋼線材（J I S 規格品）を 1 . 0 mm 前後の最終熱処理線径まで伸線する工程が、最も厳しい伸線加工性が要求されるという実情に鑑み設定したものである。即ち、本発明は、従来材と同一線径の熱間圧延線材における伸線加工性を、一層高める為の技術を提供するものである。

【0003】

【従来の技術】

従来、スチールコードやビードワイヤ等は、通常、炭素含有量が 0 . 7 ～ 0 . 8 % 程度の高炭素鋼 [J I S G 3 5 0 2 (S W R S 7 2 A , S W R S 8 2 A) 相当] を熱間圧延した後、冷却条件を制御することにより直径 5 . 0 ～ 6 . 4 m m 程度の鋼線材とし、次いで、一次伸線加工、パテンティング処理、二次伸線加

工、(スチールコードの場合は再度のパテンティング処理)、Cu-Zn二相めっき、ブルーイング処理を施した後、最終的に湿式伸線加工(仕上げ伸線)を行って所定の線径とすることにより製造されている。このうちパテンティング処理(焼鈍処理)は、伸線加工性に適した微細なパーライト組織を得るために行われるが、生産性の向上や省エネルギー対策、ひいてはコストの低減化を目的として、パテンティング処理等の熱処理の省略が可能な熱間圧延線材(ダイレクトパテンティング材)の開発が進められている。

【0004】

例えば特許文献1には、伸線ダイス寿命に優れ、かつ断線回数も少ない鋼線材として、高炭素鋼線材のC当量と引張強さ、粗パーライト占有率の関係を規定した線材が提案されている。上記文献では、特に「ダイレクトパテンティング線材には最適な引張強さが存在し、引張強さが低くても高くても断線率が上昇する」という知見に基づき、引張強さの平均値をC当量との関係で制御しているが、それでもなお、伸線中の断線発生を十分に阻止できない場合があることが、本発明者らの検討結果により明らかになった。圧延線材の機械的特性は、線材の長さ(部位)によって異なり、引張強さや絞りが高い値を示す部分と、低い部分が混在しているのが一般的である。従って、上記文献の如く、単純に、引張強さの平均値を規定するだけでは、局所的に強度の高い部分や延性の低い部分に対する制御が不十分であり、これが伸線中の断線発生起点となって断線を招くことになる。

【0005】

また、ダイレクトパテンティング材の提供を意図したものではないが、特許文献2には、熱間圧延後のコイルを徐冷することによって直接軟質化を可能にする方法として、熱間圧延後の冷却コンベア上のコイルの冷却速度を、鋼材の成分、徐冷開始時のオーステナイト粒径、線径、リングピッチ、徐冷カバーの温度を制御する方法が開示されている。しかしながら、上記文献にはもともと、本発明の如く、「伸線加工性に極めて優れた熱間圧延線材を提供する為には、上述した機械的特性のバラツキが少ない線材とすることが不可欠である」という発想はない為、前記特許文献1と同様、局所的に強度の極端に低い部分や延性の低い部分に対する制御が未だ不十分である。

【0006】

【特許文献1】

特公平3-60900号公報（特許請求の範囲、第1欄第19行～第2欄第6行、第5欄第7～33行）

【特許文献2】

特開2001-179325号公報（【0001】、【0004】、【0020】～【0026】、図1）。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は上記事情に着目してなされたものであり、その目的は、パテンティング処理等の熱処理を省略したとしても熱間圧延のままで伸線加工性に極めて優れており、従来材に比べて断線回数の著しく軽減された熱間圧延線材を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決し得た本発明に係る伸線前の熱処理が省略可能な伸線加工性に優れた熱間圧延線材は、

C : 0.6～1.0%（質量%の意味、以下同じ）、

Si : 0.1～1.5%、

Mn : 0.3～1.0%を含有し、

P : 0.02%以下、

S : 0.02%以下に抑制された線径5.0mm以上の熱間圧延線材であって

、
4m長さの線材における機械的特性が下記(1)～(4)を満足するものであるところに要旨を有するものである。

【0009】

(1) $TS^* - 30 \leq \text{引張強さの平均値} (TS_{AV} : \text{MPa}) \leq TS^* + 30$

ここで、 $TS^* = 400 \times ([C] + ([Mn] + [Si])/5) + 670$ であり、

式中、[]は、各元素の含有量(%)を意味する。

【0010】

(2) 引張強さの標準偏差 (TS_{σ}) ≤ 30 MPa

(3) 破断絞りの平均値 (RA_{AV}) $> 35\%$

(4) 破断絞りの標準偏差 (RA_{σ}) $\leq 4\%$

上記鋼において、①Cr: 0.3%以下(0%を含まない)、及び/又は

Ni: 0.3%以下(0%を含まない)を含有するもの; ②Nb, V, Ti, Hf, 及びZrよりなる群から選択される少なくとも一種の元素を合計で0.1%以下(0%を含まない)含有するもの; ③N: 0.01%以下に抑制されたもの; ④Al: 0.05%以下, Mg: 0.01%以下に抑制されたもの; ⑤B: 0.001~0.005%を含有するものは、いずれも好ましい態様である。

【0011】

【発明の実施の形態】

本発明者らは、従来材に比べ、熱延ままで、伸線加工性が一層高められた熱間圧延線材を提供すべく鋭意検討してきた。その結果、良好な伸線加工性を確保する為には、前述した従来公報に教示されている通り、熱間圧延終了後に調整冷却を行う等して引張強さ(TS)の平均値(TS_{AV})を所定範囲に制御することが必要であるが、これだけでは不十分であり、更に、延性の指標である破断絞り(RA)の平均値(RA_{AV})をも高くする必要があることが分かった。しかしながら、TSを下げるとRAのバラツキが大きくなって所望の RA_{AV} 値が得られず、局所的な延性劣化部に基づく断線発生を防止できないことが判明した。即ち、従来材に比べて、断線回数を著しく軽減することができる「伸線加工性に極めて優れた熱間圧延線材」を提供する為には、単純に TS_{AV} 値を低く制御するだけでは不十分であり、 RA_{AV} 及び破断絞りの標準偏差(RA_{σ})をも制御することが必要であり、更には、引張強さの標準偏差(TS_{σ})も小さく制御して、機械的特性のバラツキが少ない熱間圧延線材とすることが不可欠であることが明らかになった。この様な熱間圧延線材を得る為には、従来如く、熱間圧延条件を制御したり巻取後の冷却速度を調整するだけでは不十分であり、圧延後コンベアに搬送される線材の積載密度[d/L (d =線材の線径、 L =リングピッチ)]を、従来法に比べて小さく制御することによって始めて得られることを見出し、本発明を完成し

た。

【0012】

以下、本発明線材について説明する。

【0013】

上述した通り、本発明に係る「伸線前の熱処理が省略可能な伸線加工性に優れた熱間圧延線材」は、C：0.6～1.0%、Si：0.1～1.5%、Mn：0.3～1.0%を含有する線径5.0mm以上の熱間圧延線材であって、4m長さの線材における機械的特性が上記(1)～(4)を満足するものであるところに特徴がある。

【0014】

本発明では、連続した4m長さの線材をサンプリングし、その機械的特性を、「伸線加工性の非常に優れた熱間圧延線材」を得る為の指標として定めている。ここで、サンプリング長さを4m（概ね線材コイル一周の長さに相当する）に設定した理由は、線材コイル全体の機械的特性値を推定する為には、4m長さが最小限必要であるという実験結果に基づくものであり、これよりも短いと誤差が生じ易く、これよりも長いと実用的でない観点から定めた。

【0015】

具体的には、線材コイル全体のうち、任意に連続した4m長さをサンプリングし、JIS9B号試験片を連続して16本（n=16）採取したときの各機械的特性値を測定すればよい。

【0016】

まず、本発明線材を特徴付ける上記(1)～(4)の機械的特性について説明する。

【0017】

(1) $TS^*-30 \leq \text{引張強さの平均値} (TS_{AV} : \text{MPa}) \leq TS^*+30$

ここで、 $TS^*=400 \times [(C) + ([Mn] + [Si])/5] + 670$ であり、

式中、[]は、各元素の含有量（%）を意味する。

【0018】

本発明の如く高炭素鋼線材における伸線加工性を確保する為には、 TS_{AV} を適切に制御することが必要である。 TS_{AV} が高過ぎると断線率が上昇してしまい、一方

、TS_{AV}が低過ぎると、伸線加工性向上に有用な組織が得られない。本発明では、TS_{AV}を、TS* [強度向上に寄与する化学成分 (C, Si, Mn) の関係式で表される値] との関係で所定範囲に制御しており、その範囲を、TS*-30からTS*+30と定めた。好ましくはTS*-20以上、TS*+20以下である。

【0019】

(2) 引張強さの標準偏差 (TS_σ) ≤ 30 MPa

本発明では、従来の如くTS_{AV}を制御するのみならず、更にTS_σを30 MPa以下に制御し、TSのバラツキを小さくすることが必要である。これにより、従来材に比べ、断線発生頻度をより低減することができるからである。TS_σは小さい程好ましく、28 MPa以下、より好ましくは26 MPa以下とすることが推奨される。

【0020】

(3) 破断絞りの平均値 (RA_{AV}) > 35 %

熱間圧延線材の破断絞りは、伸線加工後初期の伸線加工性を支配しており、本発明では、工業的な伸線加工性を決定する主な因子はRA_{AV}及び後記するRA_σであるという観点に基づき、RA_{AV}を35 %超と定めた。RA_{AV}が35 %以下になると、伸線初期に断線する頻度が高くなる。RA_{AV}は大きい程好ましく、40 %以上、より好ましくは45 %以上とすることが推奨される。

【0021】

(4) 破断絞りの標準偏差 (RA_σ) ≤ 4 %

前述した通り、RA_{AV}が所定値を満足していても、破断絞りが極端に低い部位が存在すると、その部位が局所的な延性劣化部となり、断線の起点となる。そこで本発明では、RA_σを4 %以下と定め、RAのバラツキを少なくした。RA_σは小さい程好ましく、3 %以下、より好ましくは2 %以下とすることが推奨される。

【0022】

次に本発明線材を構成する化学成分について説明する。

【0023】

C: 0.6 ~ 1.0 %

Cは、線材の必要強度を確保するために必須の元素であり、その為に、0.6

%以上添加する。好ましくは0.65%以上である。一方、1.0%を超えると、熱間圧延後の冷却過程において、断線の起点となる初析セメンタイトを抑制することが困難である。好ましくは0.95%以下である。

【0024】

Si: 0.1~1.5%

Siは、パーライト中のフェライト強度を増加させ、強度調整に寄与する元素であり、脱酸剤としても有用である。このような作用を有効に発揮させる為には、0.1%以上の添加が必要であり、好ましくは0.12%以上である。但し、過剰に添加すると、鋼中フェライトの延性を劣化させ、断線し易くなる為、その上限を1.5%に定めた。好ましくは1.3%以下である。

【0025】

Mn: 0.3~1.0%

Mnは鋼の焼入性を確保し、強度を高めるのに有用な元素である。このような作用を有効に発揮させるには、0.3%以上（好ましくは0.35%以上）添加する。但し、過剰に添加すると、熱延圧延後の冷却過程で偏析を起こし、伸線加工性に有害なマルテンサイト等の過冷組織が発生し易くなる為、その上限を1.0%に定めた。好ましくは0.8%以下である。

【0026】

P: 0.02%以下

Pは鋼の靱性・延性を劣化させる元素であり、伸線やその後の撚り工程における断線を防止する為に、その上限を0.02%と定めた。好ましくは0.01%以下、より好ましくは0.005%以下である。

【0027】

S: 0.02%以下

SもPと同様、鋼の靱性・延性を劣化させる元素であり、伸線やその後の撚り工程における断線を防止する為に、その上限を0.02%と定めた。好ましくは0.01%以下、より好ましくは0.005%以下である。

【0028】

本発明線材は上記成分を含有し、残部：実質的に鉄であるが、本発明の作用を

一層高める目的で、更に下記元素を添加することが推奨される。

【0029】

Cr: 0.3%以下 (0%を含まない)、及び/又はNi: 0.3%以下 (0%を含まない)

Cr及びNiはいずれも、焼入性を高めて強度向上に寄与する元素である。この様な作用を有効に発揮させる為には、Crを0.1%以上、Niを0.1%以上添加することが推奨される。但し、過剰に添加するとマルテンサイトが発生し易くなる為、その上限をCr: 0.3% (より好ましくは0.25%), Ni: 0.3% (より好ましくは0.25%) に、夫々定めた。これらの元素は単独で添加しても良いし、併用しても構わない。

【0030】

Nb, V, Ti, Hf, 及びZrよりなる群から選択される少なくとも一種の元素を合計で0.1%以下含有 (0%を含まない)

これらの元素は、微細な炭窒化物を析出して高強度化に寄与する元素である。この様な作用を有効に発揮させる為には、Nb, V, Ti, Hf, 及びZrを夫々、0.003%以上、添加することが推奨される。但し、過剰に添加すると延性が劣化する為、その上限を、合計で0.1% (より好ましくは0.08%) に定めた。これらの元素は単独で添加しても良いし、併用しても構わない。

【0031】

N: 0.01%以下

Nは線材の靱性、延性を劣化させる元素であり、断線を防止して伸線加工性を高める為には少ない程良いという観点に基づき、本発明では、N: 0.01%以下 (より好ましくは0.008%以下) に定めた。

【0032】

Al: 0.05%以下、Mg: 0.01%以下

これらの元素はいずれも脱酸剤として有用であるが、過剰に添加すると、 Al_2O_3 、 $MgO-Al_2O_3$ 等の酸化物系介在物が多く発生し、当該介在物を起因とする断線が多発することから、その上限を夫々、Al: 0.05%、Mg: 0.01%とする。より好ましくはAl: 0.01%以下、Mg: 0.005%以下

である。

【0033】

B: 0.001~0.005%

Bは、鋼中に固溶するフリーBとして存在することにより、第2相フェライトの生成を抑制することが知られており、特に縦割れの抑制が必要な高強度線材を製造するにはBの添加が有効である。所定のフリーBを確保する為には、Bを0.001%以上（より好ましくは0.002%以上）添加することが推奨される。但し、0.005%を超えて添加しても、Bが化合物として析出し、延性を劣化させる為、その上限を0.005%と定めた。より好ましくは0.004%以下である。

【0034】

更に上記成分以外にも、本発明の作用を損なわない範囲で、許容し得る他の成分を添加しても良く、不純物も含まれる。

【0035】

次に、本発明に係る線材を製造する方法について説明する。

【0036】

本発明で目的とする所定の機械的特性値を得る為には、上記成分を満足する鋼片を加熱し、所定の線径（5.5mmまたは5.0mm）まで熱間圧延した後、コンベアに搬送された線材を調整冷却すると共に、当該線材の積載密度 $\{d/L$ [d=線材の線径、L=リングピッチ（線材と線材の間の距離）] $\}$ を0.20以下に制御することが必要である。特に本発明では、圧延後コンベアに積載される線材の本数が $d/L \leq 0.20$ となる様に、圧延速度とコンベアの搬送速度を制御しつつ調整したところに特徴がある。従来材では、熱間圧延後、コンベアに搬送された線材を、衝風量を調節する等して TS_{AV} を所定範囲に制御しているが、それだけでは TS_{σ} を制御することはできず、更に所望の RA_{AV} 及び RA_{σ} を確保することも困難だからである。

【0037】

以下、各工程について説明する。

【0038】

まず、上記成分を満足する鋼片を加熱するが、加熱条件は特に限定されず、熱延まま線材を製造するのに通常実施される条件（例えば900～1250℃）を採用することができる。

【0039】

次に、所定の線径まで熱間圧延するが、熱間圧延条件も特に限定されず、所望の機械的特性が得られる様、適宜、適切な条件を実施することができる。例えば仕上圧延温度を850～1150℃、冷却開始温度を950～1100℃、970～650℃における平均冷却速度を5～15℃/s、巻取温度を980～750℃等に制御することが推奨される。

次いで、圧延後の線材をコンベア（例えばステルモアコンベア）に搬送するが、ここでは、コンベア上で線材の冷却速度を制御すると共に、当該線材の積載密度（ d/L ）を適切に調節することが必要である。

【0040】

まず、冷却速度の制御は、特に所定の TS_{AV} を確保する為に必要であり、具体的には、900～670℃までの平均冷却速度を8～20℃/s（より好ましくは10～15℃/s）と急冷し、670～500℃までの平均冷却速度を1～5℃/s（より好ましくは1～3℃/s）で徐冷するという、二段冷却を採用することが推奨される。一段冷却では、強度を下げようとする延性も比例的に低下してしまい、要求される伸線加工性が得られないからである。具体的には、ステルモア冷却設備を用い、衝風量を調節する等して上記の如く調整冷却すればよい。

【0041】

次に本発明法の特徴部分である線材の積載密度（ d/L ）について説明する。前述した通り、所望の機械的特性を備えた線材（特にバラツキの少ない線材）を得る為には、 d/L を0.20以下に制御することが必要であり、これにより、従来材に比べ、断線回数も著しく軽減可能な熱延まま線材を得ることができる。例えば前述した特許文献1を始めとする従来の方法では、コンベアに搬送された線材の積載密度はあまり考慮しておらず、衝風量を調節する等して冷却速度を調整するに止まっていた為、積載密度が大きい部分（即ち、線材が密に存在する部分）は充分冷却されず、積載密度が小さい部分（即ち、線材が疎に存在する部分）

）は急冷されるといった様に冷却速度にムラが生じており、特に冷却速度の遅い部分が主な原因となって、TSやRAのバラツキとなって現われていたと考えられる。そこで本発明では、冷却速度のみならず、積載密度をも制御しており、これにより、いずれの線材部分においても一定の冷却速度（具体的には、疎部・密度の冷却速度を $5^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以内）とすることができ、バラツキの少ない線材が得られる結果、伸線加工性を著しく高めることが可能になった。 d/L は小さければ小さい程良く、好ましくは0.18以下、より好ましくは0.16以下である。尚、その下限は特に限定されないが、生産性等を考慮すると0.10以上、より好ましくは0.15以上に制御することが推奨される。

【0042】

尚、前述した特許文献2では、熱間圧延後の冷却コンベア上のコイルの冷却速度を徐冷するに当たり、軟質化のために最も影響がある温度域（ $750\sim 650^{\circ}\text{C}$ ）の間の平均冷却速度を、コイル密部およびコイル疎部に分けて、 d や L 等との関係で制御する方法が開示されているが、その実態は、図1に示す通り、当該温度域を $0.05\sim 2.0^{\circ}\text{C}$ に徐冷するというものであり、本発明の如く、 d/L を0.20以下に制御することにより、それ以上の平均冷却速度で冷却する方法とは実質的に相違する。実際のところ、上記特許文献2に示す表3において、 d/L を計算すると、いずれも本発明で規定する値（0.20以下）を超えるものしか開示されておらず（表3の計算値は全て0.33以上である）、これでは、本発明で目的とする特性は得られないことを、後記する実施例で確認している。

【0043】

上記 d/L は、線材の圧延速度とステルモアコンベアの搬送速度を調整する等して制御することができる。このうち d は、特に線材の圧延速度によって主に決定され、 L は、コンベアの搬送速度によって主に決定される。

【0044】

本発明によれば熱間圧延ままの線材でも優れた伸線加工性が得られるが、この線材に、更に酸（塩酸、硫酸等）を添加したり機械的に歪みを付与する等してスケールを除去した後、燐酸亜鉛皮膜、燐酸カルシウム皮膜、石灰、金属石鹼など

を潤滑剤として用いて伸線、冷間圧延などの処理を施した鋼線であっても、同様の優れた伸線加工性が得られることから、このような処理済鋼線も本発明の範囲内に包含される。

【0045】

以下実施例に基づいて本発明を詳述する。ただし、下記実施例は本発明を制限するものではなく、前・後記の趣旨を逸脱しない範囲で変更実施することは全て本発明の技術範囲に包含される。

【0046】

【実施例】

実施例 1（製造条件の検討）

本実施例では、圧延後の冷却速度や積載密度（ d/L ）を種々変化させた場合における機械的特性に及ぼす影響について調べた。

【0047】

具体的には、0.82% C - 0.21% Si - 0.51% Mn の組成からなる鋼片を、1150℃で加熱し、熱間圧延して直径5.5mmまたは5.0mmの線材を得た（巻取温度800～900℃）。得られた線材をステルモア冷却設備にかけ、ステルモアコンベア上での平均冷却速度を下記冷却方法A～Cのいずれかに調整すると共に、圧延速度とステルモアコンベアの搬送速度を調整して積載密度が0.13～0.22の範囲となる様に調節して2tコイルを10個圧延した。

【0048】

冷却方法A（本発明法）

670℃までを平均冷却速度10℃/s、

670～500℃までの平均冷却速度を5℃/sに制御する。

【0049】

冷却方法B（本発明を外れる方法）

670～500℃までの平均冷却速度を全て5℃/sに制御する。

【0050】

冷却方法C（本発明を外れる方法）

670～500℃までの平均冷却速度を全て2℃/sに制御する。

【0051】

この様にして得られた線材コイルについて、圧延先端部から長さ20mを切断し、そのうち4mを採取してJIS9B号試験片を16本調製し、引張試験を実施することにより引張強さの平均値(TS_{AV})、引張強さの標準偏差(TS_{σ})、破断絞りの平均値(RA_{AV})、及び破断絞りの標準偏差(RA_{σ})を夫々測定した。更にこれらの線材コイルについて、伸線径1.2mm若しくは0.90mmまで伸線実験を行ったときの断線発生頻度(100t当たり)を測定した。

【0052】

これらの結果を表1に併記すると共に、その実験結果を一部抜粋し、図1～6にグラフ化して示す。このうち図1及び2は、冷却方法Bを採用したNo.8～14の結果をグラフ化したものであり、図1は、 d/L と RA_{σ} の関係を；図2は、 d/L と伸線加工性(伸線径1.2mmまでの断線頻度)の関係を夫々、示す。図3及び4は、冷却方法Cを採用したNo.15～21の結果をグラフ化したものであり、図3は、 d/L と RA_{σ} の関係を；図4は、 d/L と伸線加工性(伸線径1.2mmまでの断線頻度)の関係を夫々、示す。図5及び6は、冷却方法Aを採用したNo.1～6の結果をグラフ化したものであり、図5は、 d/L と、 RA_{σ} の関係を；図6は、 d/L と伸線加工性(伸線径1.2mmまでの断線頻度)の関係を夫々、示す。

【0053】

【表1】

試料 No.	調整 冷却	圧延線径 mm	積載 密度 d/L	機械的性質				伸線加工性	
				TS _{AV}		TS _σ	RA _{AV}	RA _σ	1.2mm*
				実測値	計算値				
1	A	5.5	0.18	1059	1056±30	22	42	3.6	0
2	A	5.5	0.17	1085	1056±30	24	41	2.5	0
3	A	5.0	0.15	1054	1056±30	21	42	2.7	0
4	A	5.0	0.13	1062	1056±30	18	38	1.5	0
5	A	5.5	0.21	1072	1056±30	33	38	4.2	10
6	A	5.0	0.22	1048	1056±30	32	37	5.6	10
7	A	5.0	0.23	1062	1056±30	25	36	8.3	10
8	B	5.5	0.13	1120	1056±30	16	45	1.4	15
9	B	5.5	0.15	1131	1056±30	13	44	2.4	20
10	B	5.5	0.17	1092	1056±30	15	43	2.0	15
11	B	5.5	0.19	1145	1056±30	13	42	3.1	20
12	B	5.5	0.21	1190	1056±30	15	43	2.4	15
13	B	5.5	0.23	1115	1056±30	18	44	4.2	15
14	B	5.5	0.25	1133	1056±30	17	46	4.7	15
15	C	5.5	0.13	1011	1056±30	22	32	5.6	25
16	C	5.5	0.15	1088	1056±30	21	33	6.2	35
17	C	5.0	0.17	989	1056±30	23	34	7.0	25
18	C	5.0	0.19	1020	1056±30	23	34	6.2	20
19	C	5.0	0.21	988	1056±30	22	30	8.5	25
20	C	5.5	0.23	1003	1056±30	21	31	7.8	15
21	C	5.5	0.25	995	1056±30	20	32	8.8	25

注: * = 伸線径1.2mmまでの断線発生頻度(100tあたり)
 ** = 伸線径0.90mmまでの断線発生頻度(100tあたり)
 — = 伸線中止を意味する。

【0054】

まず、No. 8～14は、冷却方法Bを採用し、且つ、圧延速度及びコンベアの搬送速度に調節して積載密度d/Lを0.13～0.25の範囲内に変えた例である。これらはいずれも、冷却速度を5℃/sと遅くして製造している為、RA_{AV}は所定範囲に制御されるもののTS_{AV}が高くなっており、このような場合は、たとえNo. 8～11の如くd/Lを本発明の範囲内に調整してTS_σ及びRA_σを小さく制御したとしても、伸線加工性が低下する(図1及び2を参照)。

【0055】

また、No. 15～21は、冷却方法Cを採用し、且つ、圧延速度及びコンベアの搬送速度を調節して積載密度 d/L を 0.13～0.25 の範囲内に変えた例である。これらはいずれも、上述したNo. 8～14の場合に比べ、更に冷却速度を $2^{\circ}\text{C}/\text{s}$ と非常に遅くして製造している為、 TS_{AV} 及び RA_{AV} が低くなっており、このような場合は、たとえNo. 15～18の如く d/L を本発明の範囲内に調整して TS_{σ} を小さく制御したとしても RA_{σ} を小さくすることはできず、伸線加工性が低下する（図3及び4を参照）。

【0056】

一方、No. 1～8はいずれも、冷却方法Aを採用し、且つ、圧延速度及びコンベアの搬送速度を調節して積載密度 d/L を 0.13～0.25 の範囲内に変えた例である。

【0057】

このうちNo. 1～4は、製造条件が適切に制御されている為、 d/L が本発明の範囲を満足する本発明例であり、 TS_{AV} 、 TS_{σ} 、 RA_{AV} 及び RA_{σ} はいずれも本発明の範囲内に調整されており、伸線加工性に極めて優れている。特にNo. 4は、0.90mmまで伸線しても全く断線しなかった。

【0058】

これに対し、No. 5及び6は、冷却速度が適切に制御されているので TS_{AV} 及び RA_{AV} は本発明の範囲を満足するものの、 d/L が本発明の範囲を超える為、 TS_{σ} 及び RA_{σ} が本発明の範囲を超えて大きくなっており（バラツキが大きい）、伸線加工性に劣っている（図5及び6を参照）。

【0059】

また、No. 7は、 d/L が本発明の範囲を外れている為、 RA_{σ} も高くなり、伸線加工性が低下する。

【0060】

以上の結果より、 TS_{AV} 、 RA_{AV} 、 TS_{σ} 及び RA_{σ} の特性を全て、本発明の範囲内に制御することによって始めて、従来材に比べて伸線加工性が極めて優れた熱間圧延線材を提供できることが分かった。

【0061】

実施例 2 (化学成分の検討)

本実施例では、製造条件を一定とし、鋼中成分を種々変化させた場合における機械的特性に及ぼす影響について調べた。

【0062】

具体的には表 2 に記載の成分組成からなる鋼片を、実施例 1 と同じ条件で熱間圧延して直径 5.0 mm の線材を得た後、この線材をステルモア冷却設備にかけ、前述した冷却方法 A によりコンベア上での平均冷却速度を調整すると共に、圧延速度及びコンベアの搬送速度を調節して積載密度が 0.13 の範囲となる様に制御して線材コイルを得た。得られた線材コイルの機械的特性及び伸線加工性を、実施例 1 と同様の方法で測定した。これらの結果を表 3 に記載する。

【0063】

【表 2】

鋼種												
化学成分(質量%)												
No.	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	N	Al	B	その他	
1	0.90	0.25	0.40	0.005	0.007	0.18	0.03	0.005	0.003	-	-	
2	0.85	0.18	0.75	0.007	0.009	0.01	0.01	0.007	0.020	0.0015	V=0.05, Ti=0.02	
3	0.77	0.85	0.42	0.005	0.002	0.01	0.01	0.005	0.003	0.0021	Nb=0.02, Zr=0.02	
4	0.72	0.20	0.78	0.015	0.011	0.01	0.30	0.005	0.040	-	Mg=0.008	
5	0.95	0.20	0.40	0.005	0.001	0.30	0.15	0.004	0.015	0.0020	-	
6	1.20	0.54	0.67	0.005	0.007	0.01	0.01	0.008	0.005	-	-	
7	0.90	1.60	0.44	0.009	0.005	0.21	0.01	0.009	0.007	-	Hf=0.04	
8	0.77	0.55	1.04	0.015	0.005	0.01	0.01	0.005	0.025	-	-	
9	0.82	0.19	0.55	0.022	0.021	0.01	0.01	0.005	0.003	-	Ti=0.01	
10	0.92	0.15	0.77	0.010	0.010	0.35	0.31	0.025	0.004	-	-	
11	0.85	0.17	0.44	0.009	0.006	0.01	0.01	0.021	0.060	-	Mg=0.05	
12	0.65	0.15	0.77	0.005	0.009	0.01	0.01	0.015	0.004	0.0026	-	
13	0.77	0.19	0.56	0.007	0.008	0.01	0.01	0.002	0.003	0.0055	-	

【0064】

【表3】

鋼種 No.	機械的特性					伸線加工性	
	TS _{AV}		TS _σ	RA _{AV}	Ra _σ	1.2mm*	0.90mm**
	実測値	計算値					
1	1089	1082±30	23	39	3.2	0	5
2	1092	1084±30	24	39	3.6	0	5
3	1055	1080±30	22	45	3.8	0	5
4	1052	1036±30	24	42	3.1	0	5
5	1110	1098±30	23	40	2.5	0	5
6	1310	1247±30	18	41	4.2	15	伸線中止
7	1252	1193±30	19	36	4.5	10	伸線中止
8	1235	1103±30	18	37	3.8	15	伸線中止
9	1120	1057±30	18	32	4.5	15	伸線中止
10	1245	1112±30	22	37	4.1	5	15
11	1075	1059±30	24	38	4.8	0	10
12	989	1004±30	29	36	3.8	0	10
13	1025	1038±30	28	41	3.8	0	15

注:*=伸線径1.2mmまでの断線発生頻度(100tあたり)
 **=伸線径0.90mmまでの断線発生頻度(100tあたり)

【0065】

表3より以下の様に考察することができる。

【0066】

まず、No. 1～5はいずれも、本発明で規定する成分組成を満足する鋼を用いた例であり、TS_{AV}、TS_σ、RA_{AV}及びRA_σも本発明で特定する範囲内に調整されている為、1.2mmまで伸線加工しても全く断線せず、更に0.90mmまで伸線加工しても断線頻度は5個以内に抑制されており、伸線加工性に極めて優れ

ている。

【0067】

これに対し、No. 6はC量が多すぎる例、No. 7はSi量が多すぎる例、No. 8はMn量が多すぎる例、No. 9はP及びSの量が多すぎる例であり、いずれも1.2mmまで伸線すると断線頻度が10～15回と非常に高くなり、0.90mmまで伸線加工しようとしても伸線できず、中止を余儀なくされた。

【0068】

また、No. 10はC、Si、Mn、P及びSの量は適切に制御されている為、1.2mmまでの断線発生頻度は5個以下と良好であるが、Cr及びNiの量が多すぎる為、0.90mmまで伸線加工すると断線頻度が15個と上昇した。

【0069】

No. 11はMg及びAlの量が多すぎる例であり、酸化物系介在物が多く発生する為、0.90mmまで伸線加工すると断線頻度が10個と上昇した。

【0070】

No. 12はN量が多すぎる例であり、延性が劣化する為、0.90mmまで伸線加工すると断線頻度が10個と上昇した。

【0071】

No. 13はB量が多すぎる例であり、延性が劣化する為、0.90mmまで伸線加工すると断線頻度が15個と上昇した。

【0072】

【発明の効果】

本発明は上記の様に構成されているので、パテンティング処理等の熱処理を省略したとしても熱間圧延のままで伸線加工性に極めて優れており、従来材に比べて断線回数の著しく軽減された熱間圧延線材を提供することができた。

【図面の簡単な説明】

【図1】

冷却方法Bを採用したNo. 8～14について、 d/L と RA_{σ} の関係をグラフ化したものである。

【図2】

冷却方法Bを採用したNo. 8～14について、 d/L と伸線加工性（伸線径1.2 mmまでの断線頻度）の関係をグラフ化したものである。

【図3】

冷却方法Cを採用したNo. 15～21について、 d/L と RA_{σ} の関係をグラフ化したものである。

【図4】

冷却方法Cを採用したNo. 15～21について、 d/L と伸線加工性（伸線径1.2 mmまでの断線頻度）の関係をグラフ化したものである。

【図5】

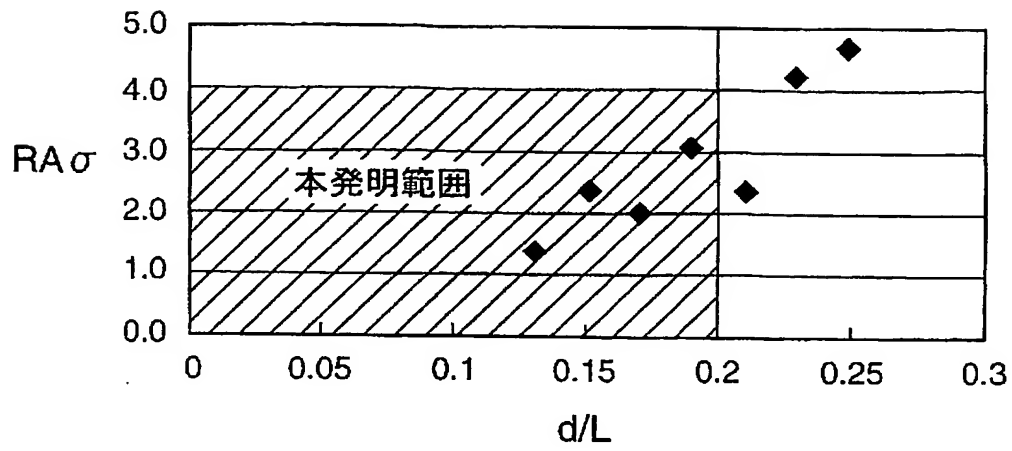
冷却方法Aを採用したNo. 1～6について、 d/L と、 RA_{σ} の関係をグラフ化したものである。

【図6】

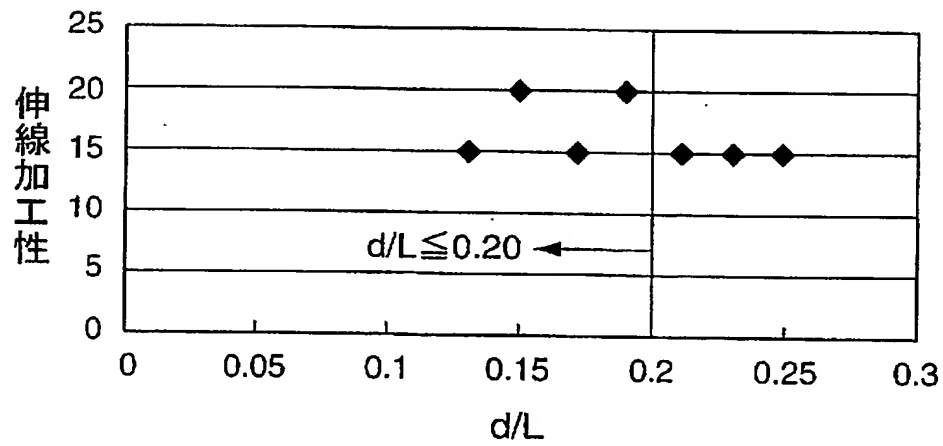
冷却方法Aを採用したNo. 1～6について、 d/L と伸線加工性の関係をグラフ化したものである。

【書類名】 図面

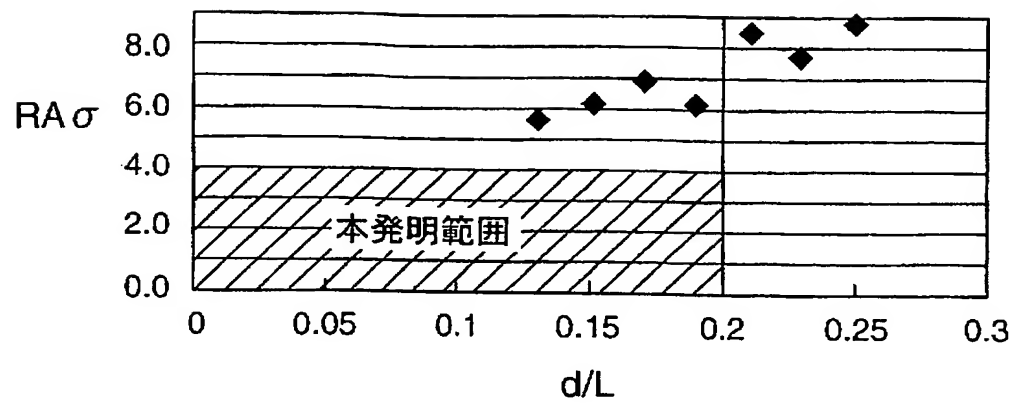
【図 1】



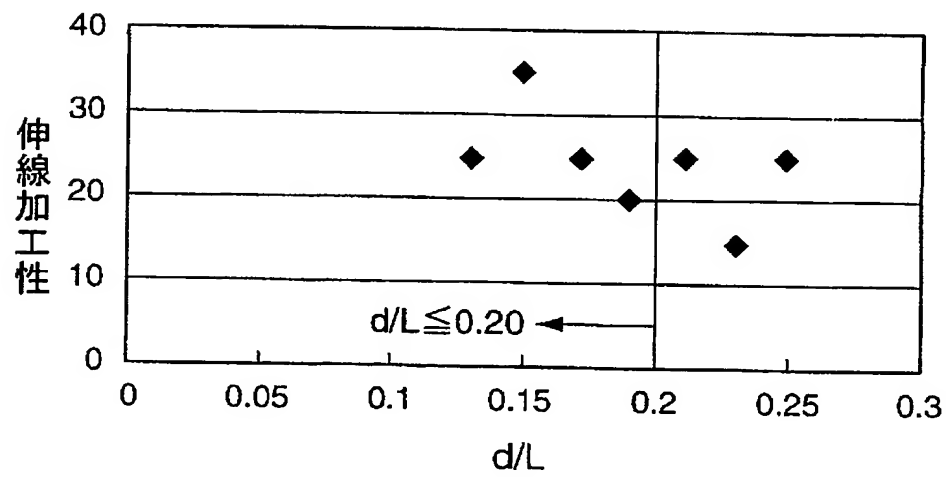
【図 2】



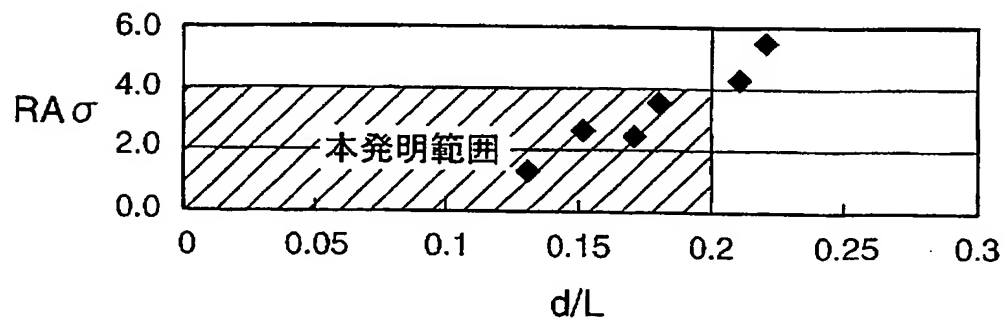
【図 3】



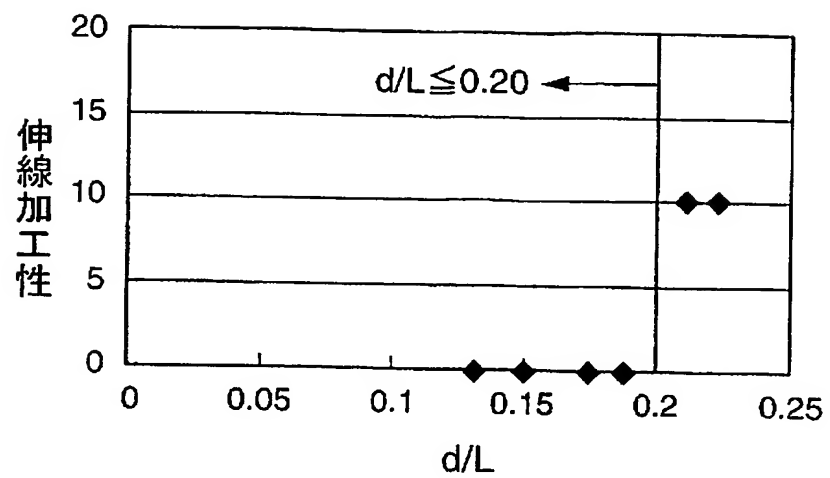
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 パテンティング処理等の熱処理を省略したとしても熱間圧延のままで伸線加工性に極めて優れており、従来材に比べて断線回数の著しく軽減された熱間圧延線材を提供する。

【解決手段】 C : 0.6 ~ 1.0 % (質量%の意味、以下同じ)、
Si : 0.1 ~ 1.5 %、
Mn : 0.3 ~ 1.0 % を含有し、
P : 0.02 % 以下、
S : 0.02 % 以下に抑制された線径 5.0 mm 以上の熱間圧延線材であって

、
4 m 長さの線材における機械的特性が下記(1) ~ (4) を満足する熱間圧延線材である。

(1) $TS^* - 30 \leq \text{引張強さの平均値} (TS_{AV} : \text{MPa}) \leq TS^* + 30$

ここで、 $TS^* = 400 \times [(C) + ([Mn] + [Si])/5] + 670$ であり、

式中、[] は、各元素の含有量 (%) を意味する。

(2) 引張強さの標準偏差 (TS_{σ}) $\leq 30 \text{ MPa}$

(3) 破断絞りの平均値 (RA_{AV}) $> 35 \%$

(4) 破断絞りの標準偏差 (RA_{σ}) $\leq 4 \%$

【選択図】 なし

特願 2 0 0 2 - 2 8 1 1 6 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 1 1 9 9]

1. 変更年月日
[変更理由]

2 0 0 2 年 3 月 6 日

住所変更

住 所
氏 名

兵庫県神戸市中央区脇浜町二丁目 1 0 番 2 6 号
株式会社神戸製鋼所

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.